



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **G brauchsmuster**  
⑩ **DE 296 09 242 U 1**

⑪ Aktenzeichen: 296 09 242.8  
⑫ Anmeldetag: 23. 5. 96  
⑬ Eintragungstag: 14. 8. 96  
⑭ Bekanntmachung  
im Patentblatt: 26. 9. 96

⑮ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 C 3/00**  
G 01 B 11/00  
G 01 B 11/24  
G 01 B 11/03  
G 01 B 21/00  
G 01 W 1/00  
F 03 D 11/00

②

DE 296 09 242 U 1

⑮ Inhaber:  
WIND-consult Ingenieurgesellschaft für  
umweltschonende Energiewandlung mbH, 18211  
Bargeshagen, DE

⑮ Meßeinrichtung zur Prüfung und Vermessung von Turm und Rotor von Windenergieanlagen

DE 296 09 242 U 1

## Beschreibung

Meßeinrichtung zur Prüfung und Vermessung von Turm und Rotor von Windenergieanlagen

Üblicherweise beschränkt sich die Prüfung von Turm und Rotor einer Windenergieanlage auf eine Sichtkontrolle sowie das Abklopfen der Konstruktion, wobei nur offensichtliche äußere Fehler wie Risse und Korrosionserscheinungen bzw. sehr grobe innere Fehler z.B. Holmablösungen ermittelt werden können. Der Aufwand für diese Art der Prüfung ist sehr hoch, da die Anlage währenddessen abgeschaltet werden muß, eine Hebebühne und entsprechend mehrere Personen benötigt werden.

Ähnlich hoch ist auch der Aufwand zur Ermittlung der Anstellwinkel der Rotorblätter. Dazu wird eine manuell an der Blattspitze angebrachte Schablone vom Boden aus mit Hilfe eines Theodoliten vermessen. Eine Veränderung des Anstellwinkels unter Betriebsbedingungen kann so nicht ermittelt werden.

Um eine Materialermüdung festzustellen, müßte das Blatt demontiert und im horizontal eingespannten Zustand untersucht werden, was wirtschaftlich nicht zu realisieren ist.

Durch die Entwicklung zu immer leistungsstärkeren Windenergieanlagen steigt der Bedarf nach einer optimierten Grundeinstellung der Rotorblätter, um den Energieertrag der Anlage zu gewährleisten sowie nach einer gesicherten Lebensdauerprognose, um Schäden durch Bauteilversagen zu verhindern.

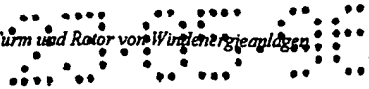
Mit der hier vorgeschlagenen Meßeinrichtung lassen sich beide Aufgaben mit geringerem personellen und zeitlichen Aufwand während des normalen Betriebes der Anlage realisieren.

Dazu wird der Meßkopf (1) auf einem Stativ (2) am Boden vor der Windenergieanlage (3) aufgestellt. Der Meßkopf besteht aus einem Entfernungssensor (4), der elektromotorisch um eine vertikale (5) und eine horizontale Achse (6) geschwenkt werden kann. Die Bewegungen beider Achsen werden von der Bahnsteuerung (7) koordiniert und die aktuelle Lage des Entfernungssensors wird zusammen mit den gemessenen Entfernungen an die Auswerteeinheit (8) übergeben, die daraus die Lage des Meßortes (9) im Raum berechnet.

Die nicht mitbewegte Reflexionslichtschranke (10) ermöglicht die genaue Feststellung der Blattdurchgänge und der Rotordrehzahl. Mit Hilfe dieser Daten kann die Auswerteeinheit eine Synchronisation zwischen den Bewegungen des Entfernungssensors und des Rotors herstellen, um so die gezielte Verfolgung bestimmter Punkte auf einzelnen Rotorblättern zu gewährlei-

sten. Dadurch ist eine Ermittlung des Schwingungsverhaltens der Rotorblätter möglich, das in direktem Zusammenhang zur Material- bzw. Bauteilermüdung steht.

Werden zusätzlich die Daten der mobilen Wetterstation (11) und der Leistungsmessung (12) erfaßt, so können auch Aussagen zu Einstellungen und zum Verhalten der einzelnen Bauteile in Abhängigkeit von der Belastung der Windenergieanlage getroffen werden.



## Schutzansprüche

### 1. Meßeinrichtung zur Prüfung und Vermessung von Turm und Rotor von Windenergieanlagen

dadurch gekennzeichnet,

daß die geometrische Form und die räumliche Lage von Rotor und Turm der Windenergieanlage von der sich am Boden an der Anlage bzw. auf der Anlage selbst befindenden Meßeinrichtung erfaßt werden, indem die Windenergieanlage mit einem um eine horizontale sowie eine vertikale Achse bewegten Entfernungssensor abgetastet, und so die drei Koordinaten Höhenwinkel, Azimutwinkel und Abstand beliebiger Punkte auf der Oberfläche von Rotor und Turm der Windenergieanlage ermittelt werden.

### 2. Meßeinrichtung nach Schutzanspruch 1

dadurch gekennzeichnet,

daß die geometrischen Einstellungen der Anlage aus den gemessenen Daten ermittelt und mit den nach den aktuellen Werten von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Lufttemperatur und Anlagenleistung erforderlichen Einstellungen verglichen werden, indem zeitgleich die Daten einer mobilen Wetterstation und der Leistungsmessung der Anlage aufgenommen und der zentralen Auswerteeinheit zugeführt werden.

### 3. Meßeinrichtung nach Schutzanspruch 1 und 2

dadurch gekennzeichnet,

daß eine zerstörungs- und demontagefreie analytische Beurteilung der aktuellen Materialeigenschaften der Rotorblätter und des Turmes ermöglicht wird, ohne den normalen Betrieb der Anlage zu beeinträchtigen, indem über eine dynamische Bahnsteuerung die Verstellung der beiden Drehachsen des Entfernungssensors so koordiniert wird, daß ein beliebiger Punkt eines Blattes während mehrerer Rotationen verfolgt und so die Schwingungen dieses Blattes durch die Betriebsbelastungen ermittelt werden.



#### 4. Meßeinrichtung nach Schutzansprüchen 1 bis 3

dadurch gekennzeichnet,

daß durch eine nicht mit dem Entfernungssensor mitbewegte Reflexionslichtschranke die genaue Feststellung der Blattdurchgänge und der Rotordrehzahl erfolgt, um so noch einfacher eine Synchronisation zwischen den Bewegungen des Entfernungssensors und des Rotors herzustellen.

#### 5. Meßeinrichtung nach den Schutzansprüchen 1 bis 4

dadurch gekennzeichnet,

daß durch eine interaktive Kommunikation zwischen Bahnsteuerung und Datenauswertung eine vollständige Automatisierung des Ablaufs der Messung und der Analyse des Zustandes der Windenergieanlage und damit auch die ständige Zuordnung einer Meßeinrichtung als Diagnosesystem zu einer Anlage oder einem Windpark ermöglicht wird.

